



REC'D 24 MAR 2003

WIPO

PCT

# BREVET D'INVENTION

**CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION**

## COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 10 JAN. 2003

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

**DOCUMENT DE PRIORITÉ**

PRÉSENTÉ OU TRANSMIS  
CONFORMÉMENT À LA  
RÈGLE 17.1.a) OU b)

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

SIEGE  
26 bis, rue de Saint Petersburg  
75800 PARIS cedex 08  
Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04  
Télécopie : 33 (1) 42 93 59 30  
www.inpi.fr



26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08  
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

# BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11354\*01

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

09 540 W / 260899

<b>RENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX</b>		<b>RESERVÉ À L'INPI</b>	
REMISE DES PIÈCES			
DATE		20 SEPT 2002	
LIEU		75 INPI PARIS	
N° D'ENREGISTREMENT		0211680	
NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI			
DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI		20 SEP. 2002	
Vos références pour ce dossier (facultatif) S6048 SMB/MR			
<b>Confirmation d'un dépôt par télécopie</b> <input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie			
<b>2 NATURE DE LA DEMANDE</b>		<b>Cochez l'une des 4 cases suivantes</b>	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
Demande de brevet initiale		N° _____ Date ____/____/____	
ou demande de certificat d'utilité initiale		N° _____ Date ____/____/____	
Transformation d'une demande de brevet européen		<input type="checkbox"/>	
Demande de brevet initiale		N° _____ Date ____/____/____	
<b>3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)</b>			
PROCÉDE DE REFROIDISSEMENT RAPIDE DE PIÈCES PAR TRANSFERT CONVECTIF ET RADIATIF			
<b>4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE</b>		Pays ou organisation _____ N° _____ Date ____/____/____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date ____/____/____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date ____/____/____ <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
<b>5 DEMANDEUR</b>		<input checked="" type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
Nom ou dénomination sociale		L'AIR LIQUIDE, Société Anonyme à Directoire et Conseil de Surveillance pour l'Etude et l'Exploitation des Procédés GEORGES CLAUDE	
Prénoms			
Forme juridique			
N° SIREN		. . . . .	
Code APE-NAF		. . . . .	
Adresse	Rue	75, Quai d'Orsay	
	Code postal et ville	75321 PARIS CEDEX 07	
Pays		FRANCE	
Nationalité		Française	
N° de téléphone (facultatif)		01 40 62 57 53	
N° de télécopie (facultatif)		01 40 62 56 95	
Adresse électronique (facultatif)			



# BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 2/2

REMISE DES PIÈCES DATE <b>20 SEPT 2002</b> LIEU <b>75 INPI PARIS</b> N° D'ENREGISTREMENT <b>0211680</b> NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI		Réservé à l'INPI	
Vos références pour ce dossier : (facultatif)		S6048 SMB/MR	
<b>6 MANDATAIRE</b>			
Nom		MELLUL-BENDELAC	
Prénom		Sylvie	
Cabinet ou Société		L'AIR LIQUIDE Service Propriété Intellectuelle	
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel		Pouvoir Général 10 568	
Adresse	Rue	75, Quai d'Orsay	
	Code postal et ville	75321	PARIS CEDEX 07
N° de téléphone (facultatif)		01.40.62.57.53	
N° de télécopie (facultatif)		01.40.62.56.95	
Adresse électronique (facultatif)			
<b>7 INVENTEUR (S)</b>			
Les inventeurs sont les demandeurs		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée	
<b>8 RAPPORT DE RECHERCHE</b>		Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)	
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Paiement échelonné de la redevance		Paiement en trois versements, uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non	
<b>9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES</b>		Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Requête antérieurement à ce dépôt (joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence) :	
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes			
<b>10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE</b> (Nom et qualité du signataire) MELLUL-BENDELAC Sylvie		VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI  M. ROCHET	

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire.  
Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.



26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08  
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11354\*01

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

Page suite N° 1.../1...

Réservé à l'INPI

REMISE DES PIÈCES

DATE

20 SEPT 2002

LIEU

75 INPI PARIS

N° D'ENREGISTREMENT

NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI

0211680

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

03 829 W / 260899

Vos références pour ce dossier (facultatif)

S6048 SMB/MR

**4** DÉCLARATION DE PRIORITÉ  
OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE  
LA DATE DE DÉPÔT D'UNE  
DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE

Pays ou organisation

Date

N°

Pays ou organisation

Date

N°

Pays ou organisation

Date

N°

**5** DEMANDEUR

Nom ou dénomination sociale

ETUDES ET CONSTRUCTIONS MECANIQUES

Prénoms

Forme juridique

SA à conseil d'administration

N° SIREN

0 5 6 5 0 2 4 0 4

Code APE-NAF

Adresse

Rue

46 rue Jean Vaujany  
Technisud

Code postal et ville

38100 GRENOBLE

Pays

FRANCE

Nationalité

Française

N° de téléphone (facultatif)

N° de télécopie (facultatif)

Adresse électronique (facultatif)

**5** DEMANDEUR

Nom ou dénomination sociale

Prénoms

Forme juridique

N° SIREN

Code APE-NAF

Adresse

Rue

Code postal et ville

Pays

Nationalité

N° de téléphone (facultatif)

N° de télécopie (facultatif)

Adresse électronique (facultatif)

**10** SIGNATURE DU DEMANDEUR  
OU DU MANDATAIRE  
(Nom et qualité du signataire)  
MELLUL-BENDELAC Sylvie

VISA DE LA PRÉFECTURE  
OU DE L'INPI  
M. ROCHET

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire.  
Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI

La présente invention vise de façon générale le traitement thermique des métaux et plus particulièrement l'opération de trempe gazeuse de pièces en acier ayant subi au préalable un traitement thermique (tel chauffage avant trempe, recuit, revenu) ou thermochimique (tel cémentation, carbonitruration). De telles trempes gazeuses sont généralement réalisées en faisant circuler un gaz sous pression en circuit fermé entre une charge et un circuit de refroidissement. Pour des raisons pratiques, les installations de trempe au gaz fonctionnent généralement sous des pressions comprises entre quatre et vingt fois la pression atmosphérique (4 à 20 bars ou 4000 à 20000 hectopascals). Pour désigner la pression, on utilisera dans la présente description comme unité le bar, étant entendu qu'un bar est égal à 1000 hPa.

La figure 1 représente de façon très schématique un exemple d'installation de trempe gazeuse. Cette installation 1 contient une charge 2 à refroidir disposée dans une enceinte étanche 3. La charge est typiquement entourée de plaques de déflexion 4 pour guider la circulation de gaz. Une entrée de gaz 5 permet d'introduire sous pression un mélange gazeux souhaité étant entendu que l'on peut par exemple introduire les gaz de refroidissement sous forme d'un mélange pré-formé ou que l'on peut prévoir plusieurs entrées de gaz distinctes pour introduire séparément divers gaz de refroidissement. Il est couramment prévu un accès de mise sous vide de l'enceinte (non représenté). Une turbine 6 actionnée par un moteur 7 permet d'assurer la circulation des gaz, par exemple en passant d'un circuit de refroidissement 9 vers la charge à refroidir 2. Le circuit de refroidissement 9 est couramment constitué de tuyaux dans lesquels circule un fluide de refroidissement.

L'installation de la figure 1 n'a été représentée qu'à titre d'exemple de l'une de nombreuses structures possibles et existantes pour assurer la circulation d'un gaz de refroidissement dans une enceinte. De façon classique, la pression est de l'ordre de 4 à 20 bars pendant la phase de

refroidissement. De nombreuses variantes sont possibles, quant à la disposition de la charge, au sens de circulation des gaz et au mode de mise en circulation de ces gaz.

Pour des raisons pratiques, le gaz le plus couramment  
5 utilisé pour assurer le refroidissement est l'azote étant donné qu'il s'agit d'un gaz inerte et peu coûteux. En outre, sa densité est bien adaptée à des installations simples à soufflantes ou turbines et son coefficient de transfert thermique est suffisamment satisfaisant. En effet, il est connu,  
10 dans les systèmes de trempe gazeuse, que la descente en température doit être la plus rapide possible pour que la transformation de l'acier se fasse de façon satisfaisante de la phase austénitique à la phase martensitique sans passer par des phases perlitique et/ou bainitique.

Toutefois, on s'aperçoit que dans certains cas critiques, les installations de trempe à l'azote ne permettent pas d'obtenir une vitesse de décroissance en température suffisante. On a donc essayé des trempes à l'hydrogène ou à l'hélium. Un inconvénient de l'utilisation de ces gaz est que  
20 les installations existantes, dimensionnées pour la trempe sous azote, en particulier en ce qui concerne la puissance de ventilation, ne sont pas optimisées pour l'utilisation de gaz de densité sensiblement différente. En outre, l'hélium est un gaz sensiblement plus coûteux que l'azote, tandis que l'hydrogène  
25 présente des risques d'inflammabilité et son utilisation nécessite de prendre des précautions particulières.

Il faut d'ailleurs souligner que toutes ces approches antérieures (telles celles recommandant l'utilisation d'hydrogène ou d'hélium) étaient basées sur une recherche  
30 d'amélioration du seul transfert convectif au sein de la chambre de traitement.

Pour illustrer l'art antérieur, on peut également citer l'approche particulière du document EP-1 050 592, qui prévoit la présence de gaz tels  $\text{CO}_2$  ou  $\text{NH}_3$  dans le gaz de trempe, mais en  
35 ne notant pas d'amélioration supplémentaire dans l'efficacité de

trempe par rapport aux mélanges inertes déjà pratiqués, l'utilité de leur présence étant surtout liée d'après le document à deux aspects, d'une part l'obtention simultanée d'effets thermochimiques (oxydation, nitruration etc....) ce que  
5 l'on conçoit et d'autre part l'intégration physique facilitée dans un procédé global de traitement thermique (ex : dans un procédé de cémentation) puisque la trempe en aval peut alors utiliser les même gaz que le traitement proprement dit situé en amont.

10 Toujours dans le domaine du CO<sub>2</sub>, on pourra également se reporter aux deux documents suivants où lorsque CO<sub>2</sub> est évoqué dans des opérations de trempe c'est dans une toute autre application (par exemple en plasturgie comme dans le document WO 00/07790) ou encore sous forme liquide comme dans le document  
15 WO 97/15420.

Dans ce contexte , un des objets de la présente invention est de prévoir une installation de trempe utilisant un gaz de refroidissement thermiquement plus efficace que l'azote mais qui soit peu coûteux et simple à utiliser, permettant  
20 d'assurer le refroidissement des matériaux les plus exigeants.

Un autre objet de la présente invention est de prévoir un procédé de refroidissement utilisant un gaz compatible avec les installations existantes fonctionnant actuellement à l'azote (et donc ne nécessitant aucune modification significative  
25 d'installation).

Pour atteindre ces objets, la présente invention prévoit, dans un procédé de refroidissement rapide de pièces métalliques à l'aide d'un gaz de refroidissement sous pression, l'utilisation d'un gaz de refroidissement  
30 qui comprend un ou plusieurs gaz absorbant le rayonnement infra-rouge, choisi(s) de façon à améliorer le transfert thermique à la pièce en conjuguant les phénomènes de transferts radiatif et convectif, et de façon à améliorer le coefficient de transfert convectif par rapport aux  
35 conditions traditionnelles de refroidissement sous azote.

On conçoit que la notion d' « amélioration par rapport aux conditions traditionnelles de refroidissement sous azote » doit s'entendre selon l'invention comme comparant des conditions identiques de pression, 5 température ou encore installation de trempe.

Le procédé selon l'invention pourra par ailleurs adopter l'une ou plusieurs des caractéristiques techniques suivantes :

- le gaz de refroidissement comprend également un 10 gaz additif choisi parmi l'hélium, l'hydrogène ou leurs mélanges.

- le gaz de refroidissement comprend en outre un gaz complémentaire.

- la composition du gaz de refroidissement est 15 ajustée également de façon à obtenir une densité moyenne du gaz de refroidissement ainsi constitué qui soit du même ordre de grandeur que celle de l'azote.

- la composition du gaz de refroidissement est 20 ajustée également de façon à optimiser le coefficient de transfert convectif par rapport aux coefficients de transfert convectif de chacun des constituants du gaz de refroidissement pris individuellement.

- l'opération de refroidissement est menée au sein d'une enceinte où sont disposées les pièces à traiter, munie 25 d'un système d'agitation de gaz, et la composition du gaz de refroidissement est ajustée également de façon à obtenir une densité moyenne du gaz de refroidissement ainsi constitué qui soit adaptée audit système d'agitation de l'enceinte , sans qu'il soit nécessaire d'y apporter des modifications 30 significatives.

- la composition du gaz de refroidissement est ajustée également de façon à ce qu'il puisse se produire, durant la phase de refroidissement des pièces, des réactions chimiques endothermiques entre le ou un des gaz



absorbant et un autre des constituants du gaz de refroidissement.

- ledit gaz absorbant le rayonnement infra-rouge est le  $\text{CO}_2$ .

5 - ledit gaz absorbant le rayonnement infra-rouge est choisi dans le groupe formé des hydrocarbures saturés ou insaturés, de  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}_2$  et leurs mélanges.

10 - la teneur en gaz absorbant dans le gaz de refroidissement est comprise entre 5 et 100% , de préférence entre 20 et 80%.

- le gaz de refroidissement est un mélange binaire  $\text{CO}_2$ -He, dont la teneur en  $\text{CO}_2$  est comprise entre 30 et 80 %.

- le gaz de refroidissement est un mélange binaire  $\text{CO}_2$ - $\text{H}_2$ , dont la teneur en  $\text{CO}_2$  est comprise entre 30 et 60 %.

15 - on effectue une opération de recyclage du gaz de refroidissement après usage, apte à re-comprimer le gaz avant une utilisation ultérieure, et le cas échéant également à séparer et/ou épurer pour ainsi récupérer tout ou partie des constituants du gaz de refroidissement.

20 L'invention concerne également l'utilisation dans une installation de refroidissement rapide de pièces métalliques à l'aide d'un gaz de refroidissement sous pression, installation optimisée pour un fonctionnement sous azote, d'un gaz de refroidissement comprenant de 20 à 80% d'un gaz absorbant le rayonnement infra-rouge et de 80 à 20% d'hydrogène ou d'hélium  
25 ou de leurs mélanges, la composition du gaz de refroidissement étant ajustée pour qu'il ne soit pas nécessaire d'apporter de modifications significatives à l'installation.

30 Comme on l'aura compris les notions selon l'invention de « choix » du ou des gaz absorbant, ou encore d'« ajustement » pour atteindre des propriétés souhaitées de coefficient de transfert, ou de densité ou encore de caractère endothermique, doit s'entendre comme concernant la nature des constituants du mélange et/ou leur teneur dans ce mélange.

C'est donc le mérite de la présente invention de s'être démarquée de l'approche traditionnelle de l'art antérieur d'amélioration simple des conditions de transfert convectif, pour se rendre compte que la part du transfert radiatif dans le transfert thermique global est située entre environ 7 et 10% (dans la gamme allant de 400 à 1050 °C), donc très significative, et qu'il était donc tout à fait avantageux de s'intéresser à cet aspect du transfert pour le prendre en compte et l'exploiter.

Ces objets, caractéristiques et avantages, ainsi que d'autres de la présente invention seront exposés en détail dans la description suivante de modes de réalisation particuliers faite à titre non-limitatif en relation avec les figures jointes parmi lesquelles :

- la figure 1, décrite précédemment, représente un exemple d'installation de trempe au gaz ;

- les figures 2A et 2B représentent le coefficient de transfert thermique convectif de différents mélanges de gaz à diverses pressions, dans le cas d'un fluide en écoulement parallèle entre des cylindres; et

- la figure 3 représente des courbes de variation de température en fonction du temps pour divers gaz de trempe utilisés dans les mêmes conditions.

Selon la présente invention, on propose d'utiliser comme gaz de trempe un gaz absorbant le rayonnement infra-rouge ou un mélange à base de tels gaz absorbant le rayonnement infra-rouge (ci-après désigné par gaz absorbant), tel que le dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ), et additionné le cas échéant d'un ou de plusieurs gaz présentant une bonne aptitude au transfert de chaleur convectif (ci-après désigné par gaz additif), tel que l'hélium ou l'hydrogène.

Un tel mélange présente l'avantage, par rapport aux gaz ou mélanges de gaz de trempe traditionnels utilisant des gaz transparents aux rayonnements infra-rouges, comme l'azote, l'hydrogène, et l'hélium, d'absorber de la chaleur à la fois par

phénomènes convectif et radiatif, augmentant ainsi le flux de chaleur global extrait d'une charge à refroidir.

On peut éventuellement ajouter à ce mélange, d'autres gaz, ci-après désignés par gaz complémentaire, tel que l'azote, envisagé aussi bien comme simple gaz porteur que dans un rôle plus actif permettant comme on le verra plus loin d'optimiser les propriétés du mélange de gaz comme la densité, la conductivité thermique, la viscosité etc..

Selon un des modes de réalisation de la présente invention, tel qu'illustré en figures 2A et 2B, on propose d'utiliser certains mélanges de gaz tels que définis ci-dessus, qui présentent en outre de meilleurs coefficients de transfert thermique convectif ( $k_H$ ) en Watt par mètre carré et par Kelvin que chacun des gaz pris séparément. Comme on l'a vu précédemment en effet, selon un des modes avantageux de mise en œuvre de l'invention, on va ajuster la composition du gaz de refroidissement de façon à « optimiser » le coefficient de transfert convectif par rapport aux coefficients de transfert convectif de chacun des constituants du gaz de refroidissement pris individuellement. On doit entendre alors par « optimisation » ici le fait de se situer au maximum de la courbe considérée, ou bien plus bas (par exemple pour des raisons économique) mais en tout état de cause de façon à disposer d'un coefficient de transfert convectif qui soit meilleur que chacun des coefficients de transfert convectif de chacun des constituants du gaz de refroidissement pris individuellement.

Selon un autre mode avantageux de mise en œuvre de la présente invention, il est proposé d'utiliser un mélange de gaz absorbant (et le cas échéant de gaz additif), avec éventuellement l'ajout de gaz complémentaires, dans des conditions optimisées de densité telles que l'on peut effectuer une trempe dans des installations de trempe habituellement prévues et optimisées pour fonctionner en présence d'azote. Pour cela, on mélange par exemple au dioxyde de carbone de l'hélium,

pris comme gaz additif, de telle sorte à combiner une optimisation du coefficient de transfert de chaleur par convection et une densité moyenne du mélange qui soit du même ordre de grandeur que celle de l'azote. On peut alors utiliser  
5 les installations existantes avec des vitesses et puissances de ventilation comparables et les structures de ventilation et de déflexion de gaz existantes, sans avoir à apporter de modifications significatives à l'installation.

Ceci présente l'avantage que, dans une installation  
10 donnée, optimisée pour une trempe à l'azote, l'utilisateur pourra, en temps normal, quand cela convient aux matériaux envisagés, utiliser l'azote comme gaz de trempe et, seulement dans des cas particuliers des matériaux plus exigeants, i.e quand les conditions spécifiques des pièces ou des aciers à  
15 traiter nécessitent des traitements particuliers, utiliser par exemple le mélange de dioxyde de carbone et d'hélium donné en exemple ou encore le mélange de dioxyde de carbone et d'hydrogène également exemplifié ici.

Bien entendu comme il apparaîtra clairement à l'homme  
20 du métier, si l'invention a tout particulièrement été illustrée dans ce qui précède à l'aide du  $\text{CO}_2$ , d'autres gaz absorbant le rayonnement IR sont également envisageables ici sans sortir à aucun moment du cadre de la présente invention tels les hydrocarbures saturés ou insaturés,  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}_2$  et  
25 leurs mélanges.

De même si l'on a tout particulièrement insisté dans ce qui précède sur un mode avantageux de mise en œuvre de l'invention où l'on va ajuster les concentrations des différents gaz pour obtenir à la fois de bonnes performances de  
30 transfert thermique et des conditions de densité proches de l'azote afin de ne pas avoir à modifier de façon significative l'installation, on peut sans sortir du cadre de la présente invention choisir de privilégier les conditions optimum de transfert thermique, quitte à utiliser des mélanges de densité  
35 plus éloignée de celle de l'azote, et devoir alors apporter des

modifications à l'installation, notamment au moteur d'agitation (adoption d'un moteur de puissance nominale différente, ou encore d'un système de variateur de vitesse). Ceci pourrait être par exemple le cas pour un mélange gazeux comportant 90% de CO<sub>2</sub> et 10% d'hydrogène dont la densité est environ 40% plus élevée que celle de l'azote.

La figure 2A représente, pour des pressions de 5, 10 et 20 bars, le coefficient de transfert thermique convectif  $k_H$  d'un mélange de CO<sub>2</sub> et d'hélium, pour diverses proportions de CO<sub>2</sub> dans le mélange. Ainsi, les abscisses donnent le rapport entre la concentration de CO<sub>2</sub>,  $c(\text{CO}_2)$ , et la concentration totale de CO<sub>2</sub> et He,  $c(\text{CO}_2 + \text{He})$ . On s'aperçoit que le coefficient de transfert thermique convectif présente un maximum pour des valeurs de concentration de CO<sub>2</sub> comprises entre environ 40 et 70%, en l'occurrence d'environ 650 W/m<sup>2</sup>/K à 20 bars pour une concentration de l'ordre de 60%. Ainsi, le mélange présente non seulement l'avantage d'avoir une densité voisine de celle de l'azote mais en plus de présenter un coefficient de transfert thermique convectif plus élevé que celui de CO<sub>2</sub> pur.

La figure 2B représente des courbes similaires pour des mélanges de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) et d'hydrogène (H<sub>2</sub>). On s'aperçoit que l'on a un maximum du coefficient de transfert thermique convectif  $k_H$  pour des valeurs de concentration de CO<sub>2</sub> comprises entre environ 30 à 50%, en l'occurrence d'environ 850 W/m<sup>2</sup>/K à 20 bars pour une concentration de l'ordre de 40%. En outre, on note que le coefficient de transfert thermique convectif  $k_H$  est meilleur pour un mélange de dioxyde de carbone et d'hydrogène que pour un mélange de CO<sub>2</sub> et d'hélium.

Un autre avantage de l'utilisation d'un tel mélange de dioxyde de carbone et d'hydrogène est que, dans les conditions usuelles de trempe de pièces en acier, il se produit des réactions chimiques endothermiques entre le CO<sub>2</sub> et l'hydrogène, ce qui contribue encore à la rapidité du refroidissement. Par ailleurs, on constate que, en présence de CO<sub>2</sub> le risque

d'explosion lié à l'hydrogène est sensiblement réduit, même s'il se produit une introduction malencontreuse d'oxygène.

La figure 3 illustre le résultat de calculs simulant le refroidissement par transfert convectif d'un cylindre en acier avec divers gaz de refroidissement dans le cas de l'écoulement du mélange parallèlement à la longueur des cylindres (cylindres simulant le cas de pièces allongées). On a représenté des courbes pour l'azote pur ( $N_2$ ), pour un mélange à 60% de  $CO_2$  et 40% d'hélium, pour de l'hydrogène pur, et pour un mélange à 40% de  $CO_2$  et 60% d'hydrogène. On constate que c'est ce dernier mélange qui donne les meilleurs résultats, c'est-à-dire la plus grande vitesse de refroidissement entre 850 et 500°C. Pour ce dernier mélange, l'amélioration de la vitesse de trempe est de l'ordre de 20% par rapport à l'hydrogène seul et de l'ordre de 100% par rapport à l'azote seul.

Bien entendu, comme déjà souligné précédemment, la présente invention est susceptible de diverses variantes et modifications qui apparaîtront à l'homme du métier, notamment en ce qui concerne le choix des gaz, l'optimisation des proportions de chaque gaz, étant entendu que l'on pourra si on le souhaite utiliser des mélanges ternaires tels  $CO_2-H_e-H_2$  et que l'on pourra éventuellement rajouter d'autres gaz, appelés plus haut gaz complémentaires.

-----

REVENDICATIONS

1. Procédé de refroidissement rapide de pièces métalliques à l'aide d'un gaz de refroidissement sous pression, caractérisé en ce que le gaz de refroidissement comprend un ou plusieurs gaz absorbant le rayonnement infra-rouge, choisi(s) de façon à améliorer le transfert thermique à la pièce en conjuguant les phénomènes de transferts radiatif et convectif, et de façon à améliorer le coefficient de transfert convectif par rapport aux conditions traditionnelles de refroidissement sous azote.

2. Procédé de refroidissement selon la revendication 1 caractérisé en ce que le gaz de refroidissement comprend également un gaz additif choisi parmi l'hélium, l'hydrogène ou leurs mélanges.

3. Procédé de refroidissement selon la revendication 1 ou 2 caractérisé en ce que le gaz de refroidissement comprend en outre un gaz complémentaire.

4. Procédé de refroidissement selon l'une des revendications 2 ou 3, caractérisé en ce que la composition du gaz de refroidissement est ajustée également de façon à obtenir une densité moyenne du gaz de refroidissement ainsi constitué qui soit du même ordre de grandeur que celle de l'azote.

5. Procédé de refroidissement selon l'une des revendications 2 à 4, caractérisé en ce que la composition du gaz de refroidissement est ajustée également de façon à optimiser le coefficient de transfert convectif par rapport aux coefficients de transfert convectif de chacun des constituants du gaz de refroidissement pris individuellement.

6. Procédé de refroidissement selon l'une des revendications 2 ou 3, caractérisé en ce que l'opération de refroidissement est menée au sein d'une enceinte où sont disposées les pièces à traiter, munie d'un système d'agitation

de gaz, et en ce que la composition du gaz de refroidissement est ajustée également de façon à obtenir une densité moyenne du gaz de refroidissement ainsi constitué qui soit adaptée audit système d'agitation de l'enceinte, sans qu'il soit nécessaire d'y apporter des modifications significatives.

7. Procédé de refroidissement selon l'une des revendications 2 à 6, caractérisé en ce que la composition du gaz de refroidissement est ajustée également de façon à ce qu'il puisse se produire, durant la phase de refroidissement des pièces, des réactions chimiques endothermiques entre le ou un des gaz absorbant et un autre des constituants du gaz de refroidissement.

8. Procédé de refroidissement selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit gaz absorbant le rayonnement infra-rouge est le  $\text{CO}_2$ .

9. Procédé de refroidissement selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que ledit gaz absorbant le rayonnement infra-rouge est choisi dans le groupe formé des hydrocarbures saturés ou insaturés, de  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}_2$ , et leurs mélanges.

10. Procédé de refroidissement selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la teneur en gaz absorbant dans le gaz de refroidissement est comprise entre 5 et 100%, de préférence entre 20 et 80%.

11. Procédé de refroidissement selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le gaz de refroidissement est un mélange binaire  $\text{CO}_2$ -He, dont la teneur en  $\text{CO}_2$  est comprise entre 30 et 80 %.

12. Procédé de refroidissement selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que le gaz de refroidissement est un mélange binaire  $\text{CO}_2$ - $\text{H}_2$ , dont la teneur en  $\text{CO}_2$  est comprise entre 30 et 60 %.

13. Procédé de refroidissement selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'on effectue une opération de recyclage du gaz de refroidissement après



usage, apte à re-comprimer le gaz avant une utilisation ultérieure, et le cas échéant également à séparer et/ou épurer pour ainsi récupérer tout ou partie des constituants du gaz de refroidissement.

- 5           14.     Utilisation dans une installation de refroidissement rapide de pièces métalliques à l'aide d'un gaz de refroidissement sous pression, installation optimisée pour un fonctionnement sous azote, d'un gaz de refroidissement comprenant de 20 à 80% d'un gaz absorbant le rayonnement infra-  
10 rouge et de 80 à 20% d'hydrogène ou d'hélium ou de leurs mélanges, la composition du gaz de refroidissement étant ajustée pour qu'il ne soit pas nécessaire d'apporter de modifications significatives à l'installation.
-

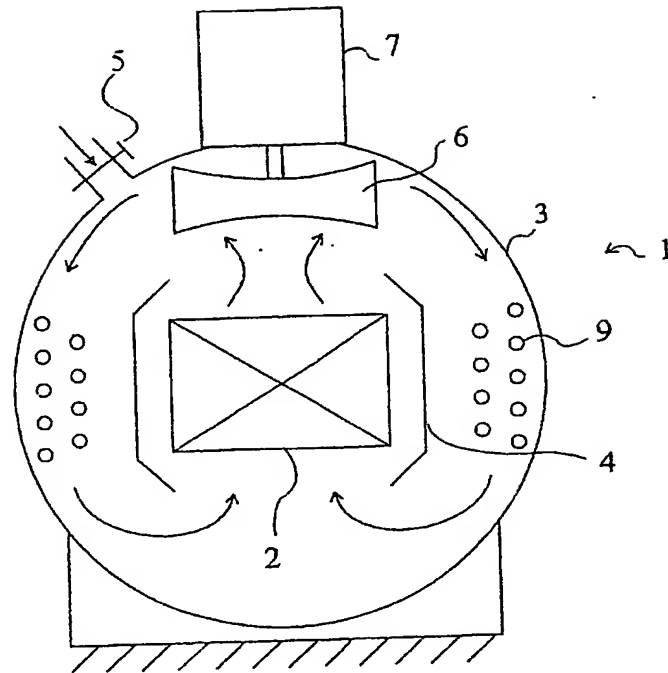


Fig 1

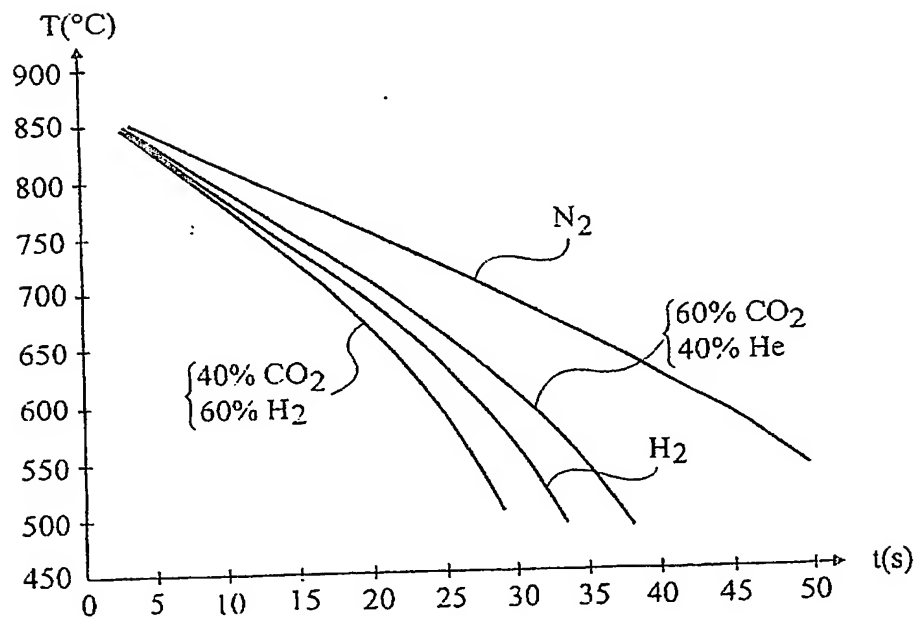


Fig 3

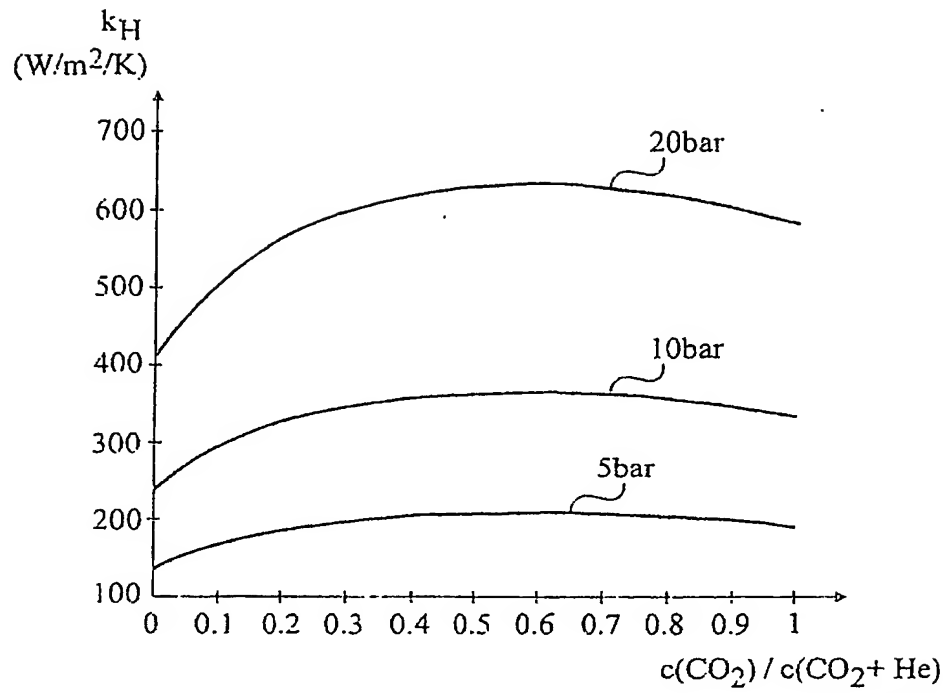


Fig 2A

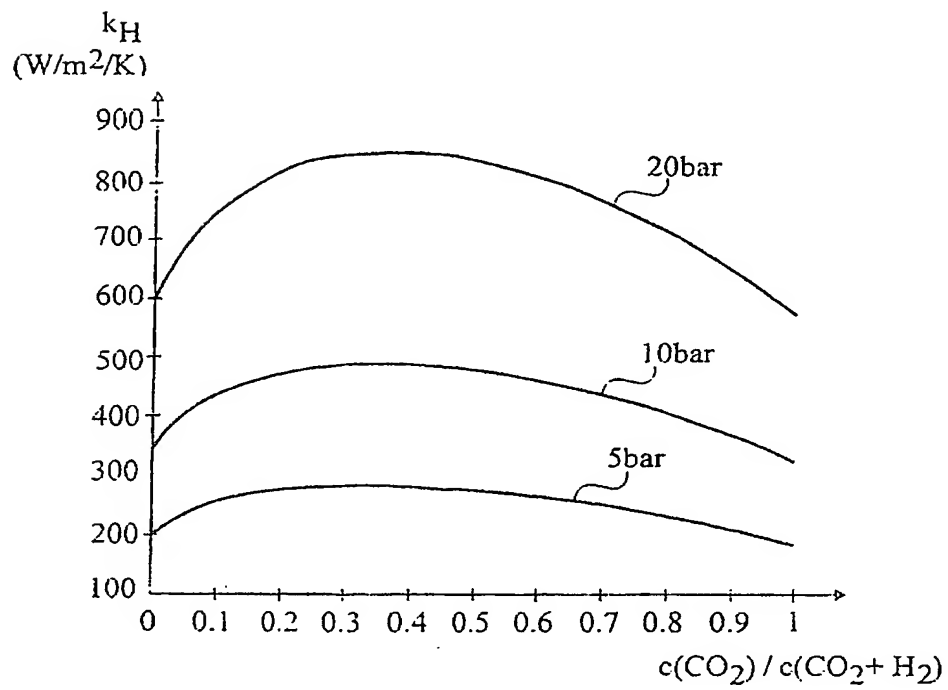


Fig 2B

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

**DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S)** Page N° 1. / 2..  
(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DS 113 W / 260399

<b>Vos références pour ce dossier</b> (facultatif)		S6048 SMB/MR	
<b>N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL</b>		02.11.680	
<b>TITRE DE L'INVENTION</b> (200 caractères ou espaces maximum) PROCEDE DE REFROIDISSEMENT RAPIDE DE PIECES PAR TRANSFERT CONVECTIF ET RADIATIF			
<b>LE(S) DEMANDEUR(S) :</b> L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME A DIRECTOIRE ET CONSEIL DE SURVEILLANCE POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE 75, Quai d'Orsay 75321 PARIS CEDEX 07 et ETUDES ET CONSTRUCTIONS MECANIQUES 46, rue Jean Vaujany - Technisud 38100 GRENOBLE			
<b>DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :</b> (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
<b>Nom</b>		LEFEVRE	
<b>Prénoms</b>		Linda	
<b>Adresse</b>	<b>Rue</b>	12-14 rue Sainte-Famille	
	<b>Code postal et ville</b>	78000	VERSAILLES
<b>Société d'appartenance</b> (facultatif)			
<b>Nom</b>		DOMERGUE	
<b>Prénoms</b>		Didier	
<b>Adresse</b>	<b>Rue</b>	13, rue de la Sablière	
	<b>Code postal et ville</b>	91120	PALaiseau
<b>Société d'appartenance</b> (facultatif)			
<b>Nom</b>		CHAFFOTTE	
<b>Prénoms</b>		Florent	
<b>Adresse</b>	<b>Rue</b>	109 rue Pierre Semard	
	<b>Code postal et ville</b>	92320	Châtillon
<b>Société d'appartenance</b> (facultatif)			
<b>DATE ET SIGNATURE(S)</b> <b>DU (DES) DEMANDEUR(S)</b> <b>OU DU MANDATAIRE</b> (Nom et qualité du signataire) Le 19 SEPTEMBRE 2002			
MELLUL-BENDELAC Sylvie			

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire.  
Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.



**BREVET D'INVENTION**  
**CERTIFICAT D'UTILITÉ**  
Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

**certif**  
N° 11 235

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08  
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

**DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S)** Page N° 2. / 2..  
(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W / 263839

Vos références pour ce dossier (facultatif)		S6048 SMB/MR	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		02 11680	
<b>TITRE DE L'INVENTION</b> (200 caractères ou espaces maximum) <b>PROCEDE DE REFROIDISSEMENT RAPIDE DE PIECES PAR TRANSFERT CONVECTIF ET RADIATIF</b>			
<b>LE(S) DEMANDEUR(S) :</b> L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME A DIRECTOIRE ET CONSEIL DE SURVEILLANCE POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE 75, Quai d'Orsay 75321 PARIS CEDEX 07 et ETUDES ET CONSTRUCTIONS MECANQUES 46, rue Jean Vaujany - Technisud 38100 GRENOBLE			
<b>DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :</b> (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
Nom		GOLDSTEINAS	
Prénoms		Aymeric	
Adresse	Rue	65 Allée des Lauriers	
	Code postal et ville	38340	VOREPPE
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		PELISSIER	
Prénoms		Laurent	
Adresse	Rue	Le Roulet	
	Code postal et ville	38430	SAINT JEAN DE MOIRANS
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
<b>DATE ET SIGNATURE(S)</b> <b>DU (DES) DEMANDEUR(S)</b> <b>OU DU MANDATAIRE</b> (Nom et qualité du signataire) Le 19 SEPTEMBRE 2002  MELLUL-BENDELAC Sylvie			

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire.  
Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.